取扱説明書

DESIGN OF CURTIS 1200 SERIES CONTROLLERS PROTECTED BY U.S. PATENT NO. 4626750

CURTIS

CURTIS PMC

235 East Airway Boulevard
Livermore, California 94568 USA
Tel: 925-961-1088
Fax: 925-961-1099
www.curtisinst.com

1204 / 1205 Manual
p/n 98690, Rev. B: May 1999

1204 / 1205 Manual
p/n 98690, Rev. B: May 1999

This electronic version of the 1204/1205 manual is offered as a convenience to our customers. You may download any or all of it.

If you would like a hard copy of the published manual, please order it by part number from the Curtis office nearest you.

The electronic version of the manual is identical to the printed version published in May 1999. Bookmarks have been added to the electronic version to speed the process of going directly to a particular part of the document.

CURTIS INSTRUMENTS, INC.
200 KISCO AVENUE
MOUNT KISCO, NEW YORK 10549 USA
914-666-2971 FAX 914-666-2188

■ **CURTIS PMC**
235 EAST AIRWAY BOULEVARD
LIVERMORE, CALIFORNIA 94550 USA
925-961-1088 FAX 925-961-1099

■ ***ADDITIONAL OFFICES*** *located in*
Bulgaria, China, England, France, Germany, India, Italy, Japan, Netherlands, Puerto Rico, Russia, Sweden, and Switzerland

目次

図

1 概要

Curtis PMCモデル1204と1205電子モータ速度コントローラにより、幅広い産業用車両の円滑で騒音がなく、経済性に優れたモータ速度とトルク制御が可能になります。

Fig. 1 *Curtis PMC 1205 電子モータコントローラ*

1204モデルは、同一の接続をします。

1204/1205モデルも、Curtis PMC 1200シリーズコントローラ全機種に共通する抜群の車両電動部の速度制御を可能とします。1204/1205コントローラの主な特徴は以下のとおりです。

✓ 無限可変式ドライブとブレーキ制御

✓ パワー MOSFET 設計により、高効率(モータとバッテリロスの縮小)で静かな操作を実現

✓ ハイペダル無効 (HPD) 機能により、スロットルがニュートラルに戻るまで動作をさせないよう、スロットルの状態を監視(オプション機能)

✓ 熱保護と補償回路による、低温および高温のカットバックと、全動作範囲における、安定した電流制限

✓ 低電圧カットバック機能によって、外部負荷による低電圧を含む低電源電圧に対する保護

✓ ポット配線がオープンの場合、ポット故障回路はコントローラを停止

✓ 調整不要の簡単設置

✓ 錫メッキの銅バスバー

✓ コントロール配線用の押込み型コネクタ

お手元のCurtis PMC コントローラに慣れていただくことにより、本機を正しく設置、操作していただけます。本マニュアルをよく読まれるようお勧めいたします。ご質問がございましたら、最寄りのCurtis営業所までご連絡をお願いいたします。

電気システムの取り扱いは場合によっては危険がともないます。

暴走、大電流アーク、鉛バッテリーからのガス放出などに対する保護具を着用して下さい。

暴走 — 条件によってはモータが制御不能になることがあります。モータ制御回路を扱う場合は、前もってモータの電源を切るか、車両をジャッキアップして駆動輪を地面から離して下さい。注記: 13XX プログラマで正しい組み合わせのスロットル入力信号の形式を選択しないと、車両が突然動き出すことがあります。

大電流アーク — 電動車両用電池は非常に大きな電力を供給することができ、電池が短絡するとアークが発生します。モータ制御回路を扱う場合は、前もって必ずバッテリ回路を開放して下さい。保護眼鏡を着用し、適切な絶縁してあるツールを使い短絡を防いで下さい。

鉛バッテリー — 充電や放電の際、水素ガスが発生し、バッテリ内部とその回りに溜まります。バッテリーのメーカの安全推奨事項を守ってください。保護眼鏡を着用してください。

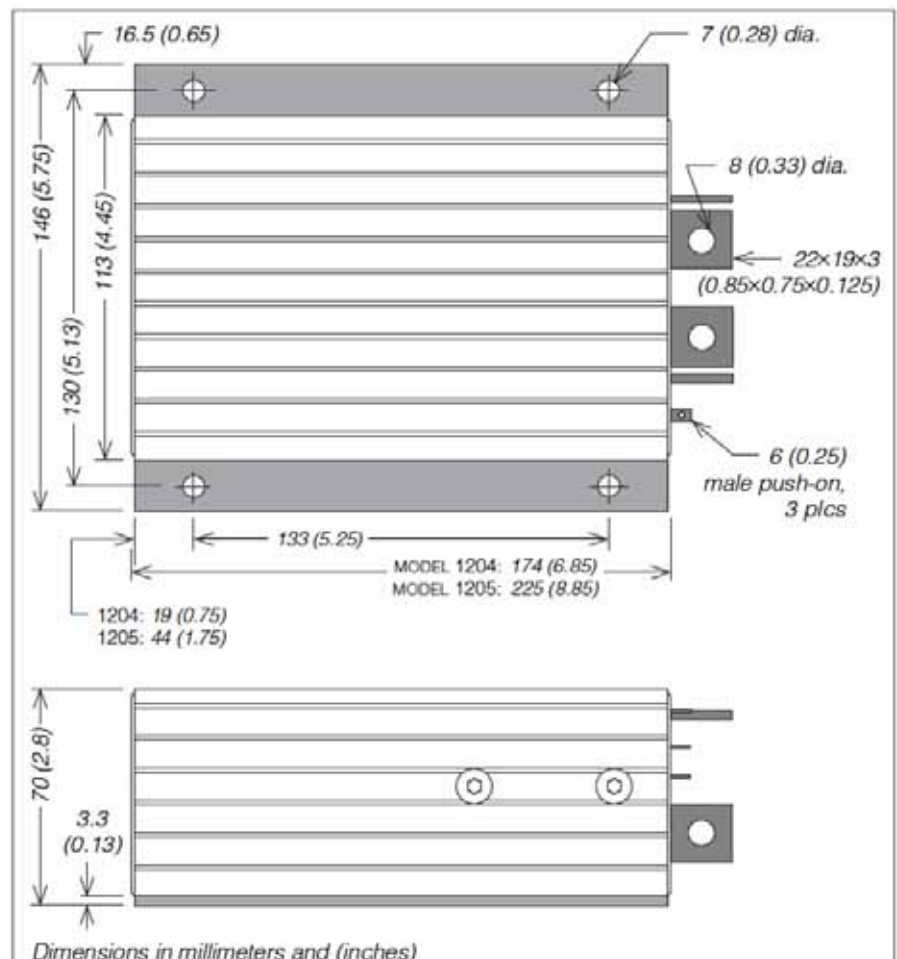
2 装置の設置

コントローラ

コントローラは、どの方向に取付けても構いません。ただし、取付け場所は慎重に選び、コントローラを清潔で乾燥した状態に保つようにして下さい。設置のために、清潔で乾燥した場所が無いときは、汚れや水はねを防ぐために、カバーを使用して下さい。

このコントローラは、適当な吸放熱材である清潔で平らな金属表面に4つのネジで取付けます。取付け表面は、コントローラの全面ヒートシンクに不可欠な部分で、放熱させる部分です。ケースの外形と寸法は、Fig. 2 に示してあります。コントローラが調整可能なモデルであれば、調整ネジをふさがないように、コントローラを取付けて下さい。

通常は必要ありませんが、取付け表面のケースの熱伝導を改善するために、熱接合化合物を使用できます。

Fig. 2 *Curtis PMC 1204/1205 コントローラ取付寸法*

スロットル

標準コントローラスロットル入力は、0 – 5kΩです。Curtis PMC ポットボックス(PB-5, -6, -9, -10) は、この入力に合うように設計されています。これらのポットボックスのいくつかには、マイクロスイッチが内蔵されており、別のペダル式マイクロスイッチを取付ける必要がありません。 Curtis PMC は、更にフットペダルユニット (FP-2) を提供できます。これは、ポットボックスの組立と設置の必要がありません。公証 0 – 5kΩ出力のポットボックス（コントローラ出力は、ほぼ300Ωから始まり、ほぼ4400Ωでフル出力）であれば標準ストットル入力で使用できます。他の型の場合は、Curtis 営業所までお問い合わせ下さい。

Curtis PMC ポットボックスを使うときは、ポットボックスレバーアームと車両アクセル結合との接続ができるように取付けて下さい。 ポットボックスの取付寸法は、Fig. 3 に示してあります。レバーアームは、一連の穴が付いていて、アクセルペダルを押したときに、正しいポテンショメーターの回転量に変換できるようになっています。ボックス復帰スプリングに加えて、ペダルのもう1つのスプリングポットを取付けることが制御不能のフルスロットル入力（スプリングが１つしかなくて、それが破損したときに起こりうる）を防ぐために必要です。内蔵ポットボックススプリングが自力でペダルを復帰させるのに不十分なときは、もう2つのペダル復帰スプリングを使う必要があります。

アクセルペダルは、ポットボックスレバーがその最速状態で停止する寸前 (≈1 mm [1/32“–1/16”]) に、機械的停止に至る必要があります。この機械的停止は、ペダルに不要な力が加えられても、ポットボックスレバーアームが曲がるのを防ぎます。ポットボックスを水や汚れから防ぐことにより、腐食や漏電の問題が起こらないようにします。

ポットボックスを取付けた後、2本の線の間の抵抗をオーム計で測定することにより、ポテンショメーターの操作を試験することができます。ペダルを踏まない状態での抵抗は、50Ω以下にし、ペダルを踏むと、抵抗は、4500から5500Ωの間に到達するまで、滑らかに上昇する必要があります。抵抗が4500Ω以下の場合は、効率と最高速度が低下する原因となります。抵抗が7000Ω以上になると、ポットボックスが故障していることを示し、コントローラが運転停止する原因になります。

Hardellet製のCurtis PMCの電子スロットル (ET-XXX) は、24-36Vシステムのために設計され、0-5Vスロットル入力オプションを持っている1204/1205コントローラと使用できます。

Fig. 3 *Curtis PMC ポットボックス PB-5、-6、-9、-10 取付寸法*

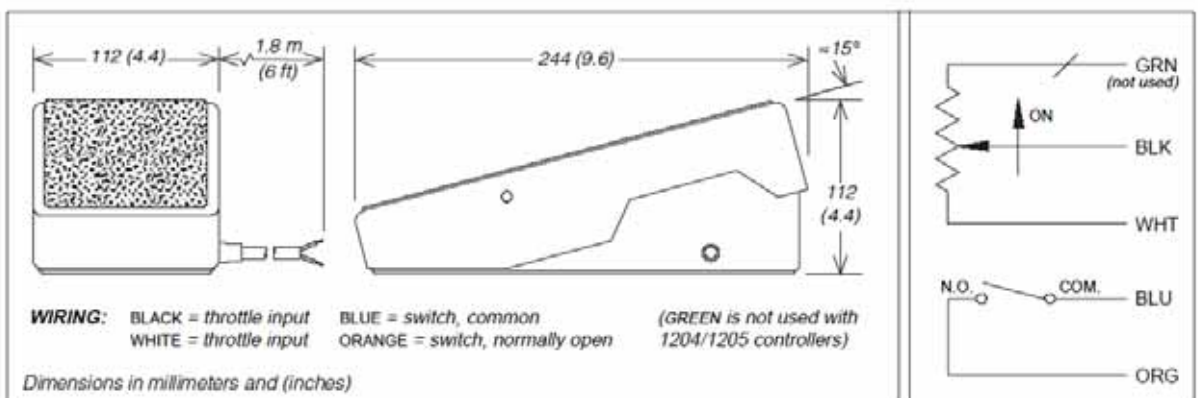
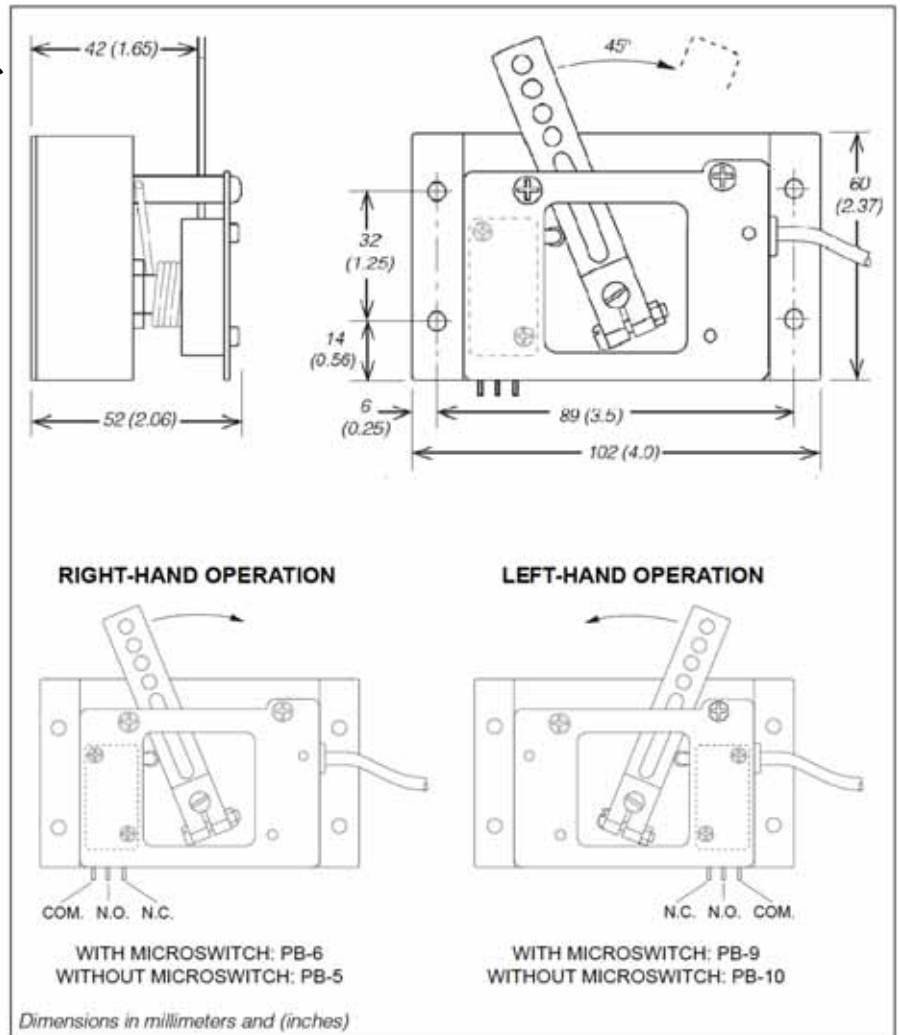



Fig. 4 *Curtis PMC フットペダル FP2*

その他のハードウエア

1204/1205コントローラに推奨されるハードウエアは、Fig. 5 に示されています。

コンタクタは、清潔で乾燥した場所に取付けて下さい。適当な場所が無いときは、汚れや水はねから保護するためにカバーを使用して下さい。

メインコンタクタに接続されたプリチャージ抵抗と、メインコンタクタおよび前進/後退コンタクタに接続されたコイル抑制ダイオードは、壊れやすい部品です。取付けの際に破損しないように注意して取扱って下さい。

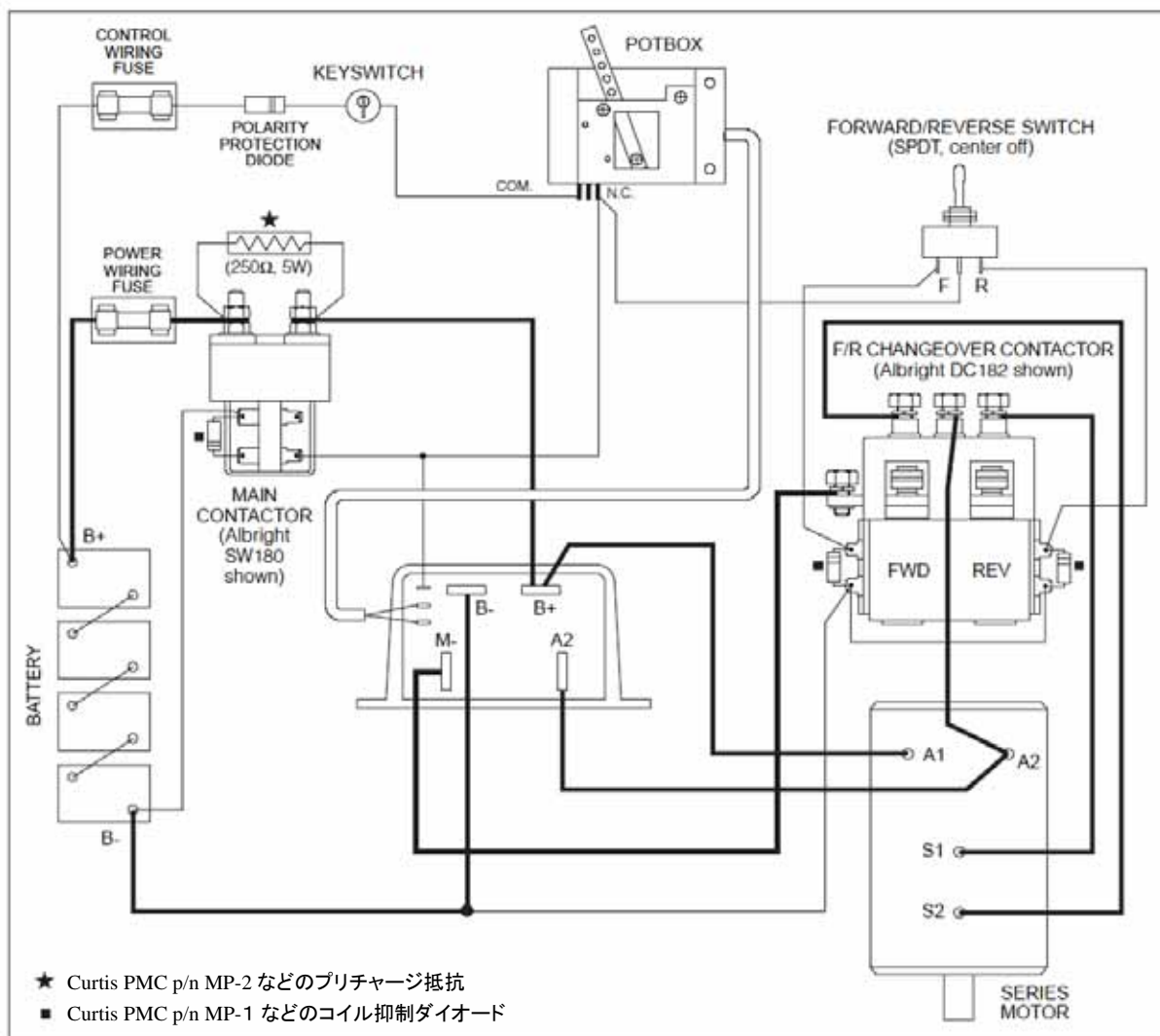



Fig. 5 *Curtis PMC 1204/1205 コントローラの代表的な取付け方*

メインコンタクタ

ほとんどのアプリケーションは、Fig. 5 に示したように、システムを停止するときに、全ての電源を切るため、バッテリの正極(B+)ケーブルに直列にメインコンタクタを使います。Albright SW80 または SW180(Curtisより入手可能)のような、銀合金接点付きの高性能の単極単投入(SPST)コンタクタを推奨します。

Curtis PMC p/n MP-1 (定格100V、3A) の様なコイル抑制ダイオードをコンタクタのコイルに使用します。

コンタクタが閉じるとき、コントローラ内部のフィルタ・コンデンサの急速な充電で、高い突入電流が瞬間的に流れます。接点寿命を延ばすため、Curtis PMCのp/n MP-2のようなプリチャージ抵抗を使うことを推奨します。この抵抗は、コンデンサをあらかじめ充電しておき、接点への突入電流を減少させます。安価な「 can 」型のソレノイドを使う場合は、接点が溶接されるのを防ぐために、この抵抗を使うことが必須になります。

前進／後退コンタクタ

前進／後退のコンタクタコイルは、車両のバッテリ電圧に適合しなければなりません。2つの単極双投入(2×SPDT)コンタクタを使うこともできます。安価な「 can 」型のソレノイドを使用できますが、これらの定格では通常長寿命用には適しません。Albright DC88やDC182(カーティスより入手可能)などの転換コンタクタセットを使うことを推奨します。
前進／後退のコンタクタコイルには、Curtis PMC p/n MP-1 (定格100V、3A) の様なコイル抑制ダイオードを使用します。

前進／後退スイッチ

前進／後退のコンタクタコイルは、コイル電流を切り替えることができるタイプの単極双投入(2×SPDT)センターオフスイッチであれば操作可能です。トグルまたは、ロッカースイッチが普通に使われます。

コントローラにオプションのハイペダル無効(HPD)機能が付いている場合、フリーホイール用に接続する中で最も良いスイッチは、双極双投(DPDT)「ヘジテーションスイッチ」です。逆方向に行く前に、中央(ニュートラル位置)で強制的に止まる機構になっているトグルスイッチです。標準スイッチで一方向から他の方向に早く動くときは、HPDを動作させるために必要な十分に長くニュートラルに状態になっていないということで、モーターはフリーホイールの代わりにブレーキ状態になります。HPDを作動させるために、このスイッチが数ミリ秒の間、ニュートラル状態にする必要があります。

キースイッチ

車両には、使用していないときにシステムを切るためのマスター・オン／オフスイッチが必要です。キースイッチは、主にこの目的で使われます。

極性保護ダイオード

極性保護のために、ダイオードをコントロール回路に追加します。このダイオードは、コンタクタコイルの最大トータル電流に応じたものが必要です。

コントロール配線ヒューズ

突然のショートからコントロール回路を保護するために、Ｂ＋と直列に接続した小型ヒューズ（通常10A）をコントロール回路に配線することを推奨します。

電力配線ヒューズ

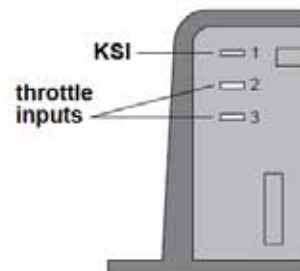
電力配線回路を保護するために、コントローラの定格電流（附属書C参照）に適したヒューズを使うことを推奨します。

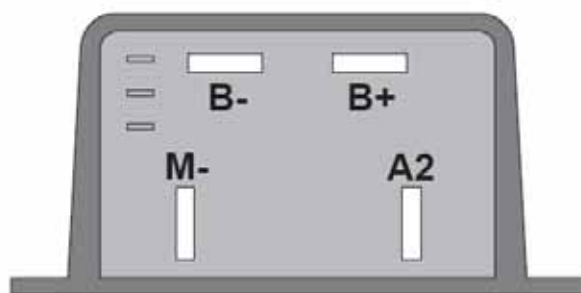
3

配線

接続：低電流

KSIとスロットル入力には、低電流接続のために3つの1/4インチ押込み端末が付いています。

コントロール配線のため、0.75mm^2 (#18AWG)のビニール絶縁撚線を推奨します。

接続：高電流

4本の錫メッキした銅のバスバーは、バッテリおよびモータの高電流接続用です。

M-	モータフィールド出力
B-	バッテリの陰極に接続
B+	バッテリとモータアーマチュアの正極に接続
A2	モータアーマチュアからプラグダイオードへ

バッテリとモータの接続に使用されるケーブルは、必要な高電流を扱うのに十分耐えられることが必要です。25mm^2 (#4AWG) の最小サイズを推奨します。ゴム絶縁溶接ケーブルは柔軟性があるため、作業する上で便利です。

コントローラバスバーへの接続は、使用されるケーブルに合ったラグで作られ、M8（ 5/16インチ）ボルトとナットで締めます。**ボルトを締めるときは、2個の対抗レンチを使います。**ダブルレンチのテクニックを使用しない場合、過度の負担が接続部の内部に起こるときがあり、また、バスバー周辺のシールが破壊される原因になります。

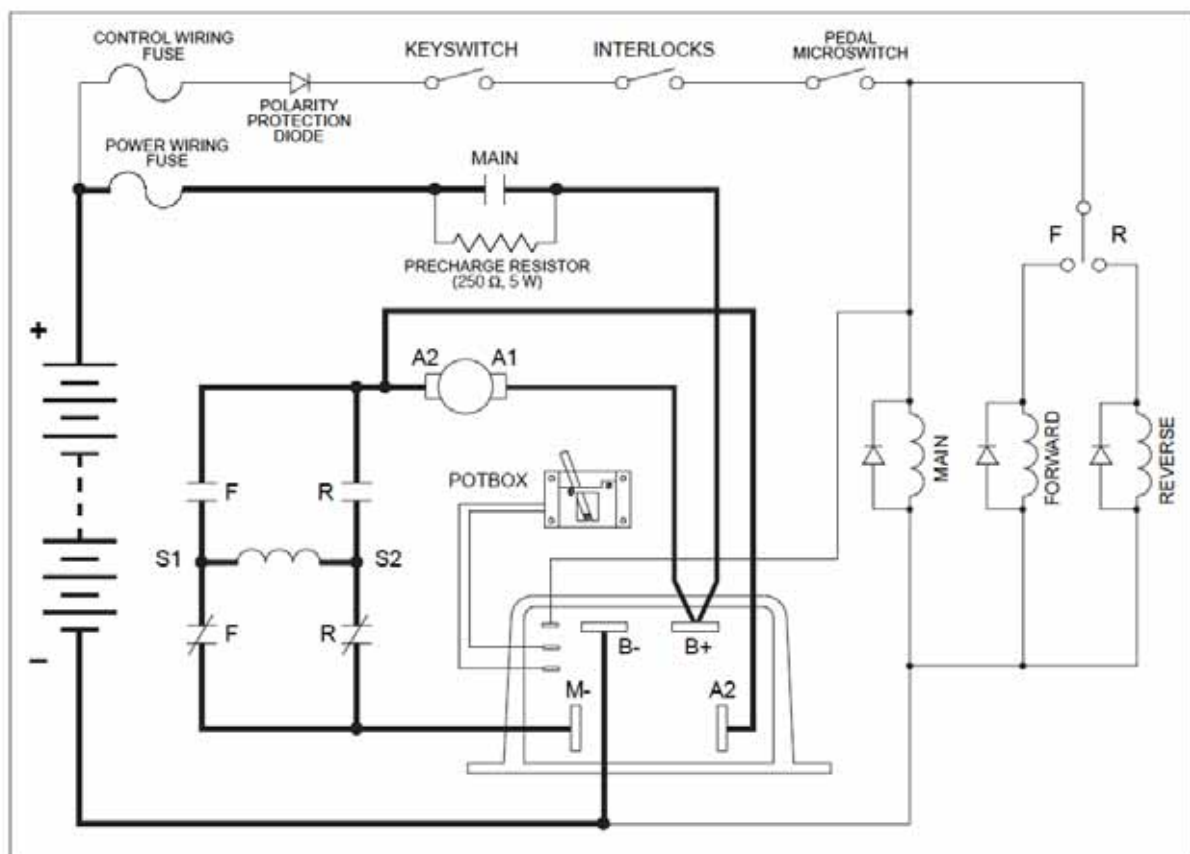



Fig. 6 *Curtis PMC 1204/1205 コントローラの基本配線*

配線： 直巻モータ

Fig. 6は、Fig. 5に示されていた構成の概略図です。このように配線すると、車両が動作したり、スロットルが適用されている状態で方向を変えると、ブレーキがかかるようになります。後退は、前進／後退切替えコンタクタまたは、2つの単極双投（2×SPDT）コンタクタによって実行できます。コイル抑制ダイオードは、メインと前進／後退切替えコンタクタで使われます。

KSI配線

キースイッチ入力（KSI）回路は、キースイッチからの入力と様々なインターロックからの入力を含みます。コントローラのKSIは、コントローラの電源をオン・オフするために使います。KSIは、バッテリのB＋を接続することによって電源が入ります。8ボルト以上の正電圧であれば、このコントローラの電源が入りますが、通常は車両の電源電圧が使われます。KSIは、非常に小さい電流(数mA)だけ流します。

最も単純な形では、KSIは車両の電源を切るためのキースイッチで操作することができ、許可されていない者による使用を防ぎます。キースイッチは、メインコンタクタと前進／後退コンタクタの電源を切ることが必要となります。

これは、キースイッチが切れているときに、モーター制御システムに電気が行かないようにすることにより、安全機能として働きます。
インターロック(シートスイッチ、バッテリー充電器インターロックなど)は、コントローラKSIとコンタクタのスイッチを切るために、直列に配線して下さい。

前進／後退配線(標準の電源配線)

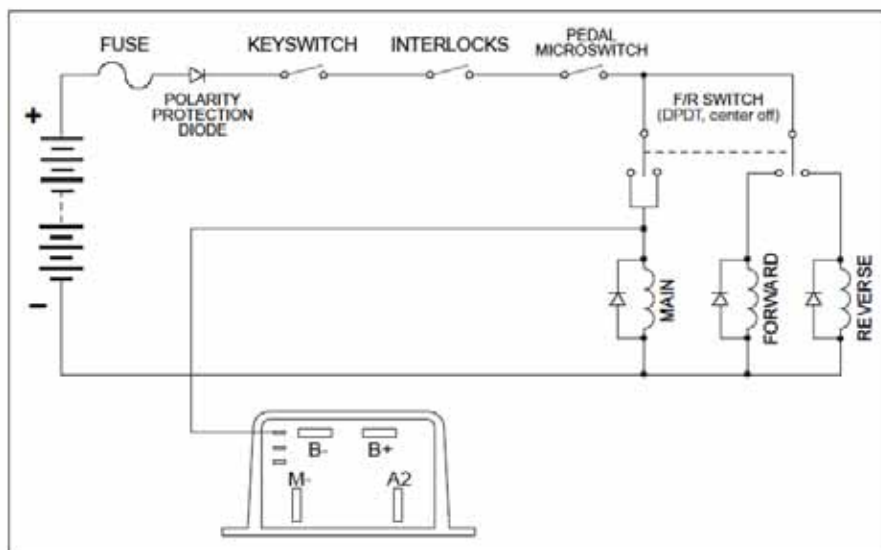
これらの前進／後退の配線図は、標準の電源(Fig. 6の太線で示された)配線です。旧型の抵抗型のコントローラを使用している車両は、界磁巻線のかわりにモーターアーマチュアを逆転します。このタイプのコントローラを交換するときには注意が必要です。
Curtis PMCコントローラをご使用のときは、コントローラ内部のプラグダイオードがコントローラのB＋とA2端子間に接続されているので、界磁巻線を反転させます。アーマチュアをコントローラのB＋とA2端子間に直接接続することが必要です。

プラグブレーキ

標準の前進／後退のコントロール(Fig. 6の細い線で示された)配線は、プラグブレーキとして働きます。前進／後退スイッチは、コンタクタコイルに正方向に給電することで、キースイッチや、インターロックや、ペダルマイクロスイッチによって電源を切ることができます。いずれのコンタクタのコイルでも、行きたい方向を選択するために通電されます。

フリーホイール(プラグブレーキを禁止するための配線)

コントローラにHPDオプションがある場合、この機能は前進／後退スイッチがニュートラルになったときに、コントローラのKSIを一時的にオフにすることによってプラグブレーキをかけるのを禁止するために使用できます。図7に示されているように、もう1組の接点が前進／後退スイッチに追加されています。

Fig. 7 *フリーホイールを行うためのプラグブレーキ禁止用コントロール配線*

このため、この設定をするため 双極双投(DPDT) センターオフスイッチを使用しなければなりません。このスイッチがHPDを作動させて、プラグブレーキを禁止させるのに十分長くニュートラルの位置にあることを保証するために、「ヘジテーションスイッチ」を使用することをお勧めします。
フリーホイール中にスロットルをゆるめ、再びスロットルを動作させることによって、プラグブレーキを再開始させることができます。

前進／後退の配線(代替の電源配線)

Fig.6に示されている基本的な配線図は、２つの単極双投 (2×SPDT) コンタクタを経由して後退します。車両は、異なったタイプの構成での後退もできます。2つの代替電力配線図は、以下に説明します。 後退の4つの単極単投入(4×SPST)コンタクタで電気的というよりも機械的後退です。

4×SPSTコンタクタで後退するための電源配線

Fig.8に配線が示されているように、4つの単極単投入(4×SPST)コンタクタを使用することが可能です。しかしながら、この構成には、もしコンタクタのどれかが閉じる不都合があった場合、モーター界磁は事実上、一方向の運転にショートされます。モーターは回らず、長い間このように操作されるなら、破損するかもしれません。

その他の不都合は、2つよりむしろ4つのコンタクタを取り付けて、配線しなければならなく、コイルが2倍の電力を消費するということです。4×SPSTコンタクタのためのコントロール配線オプションは、2×SPDTコンタクタと同じです(Fig.6と7をご参照下さい)。

標準の電源配線の項目に示されているように、Curtis PMCコントローラを使用するときは、界磁が反転されます。アーマチュアは、直接コントローラのB+とA2端子に接続されます。これは、プラグダイオードが内部で、これらの端子に接続されているためです。

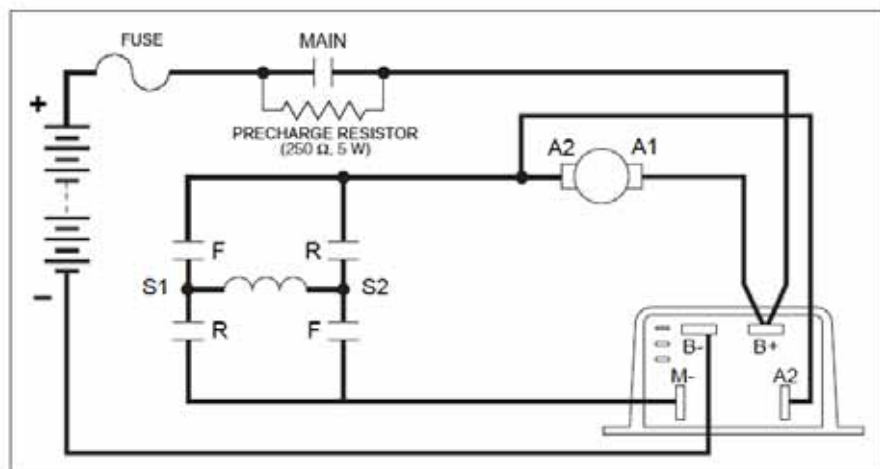
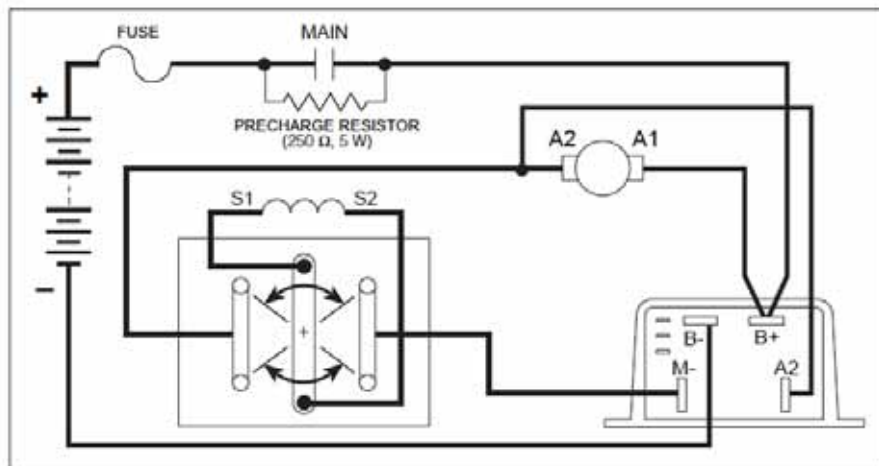
Fig. 8 *4×SPSTコンタクタで後退するための電源配線*

機械的な後退スイッチの電源配線(ゴルフカートタイプ)

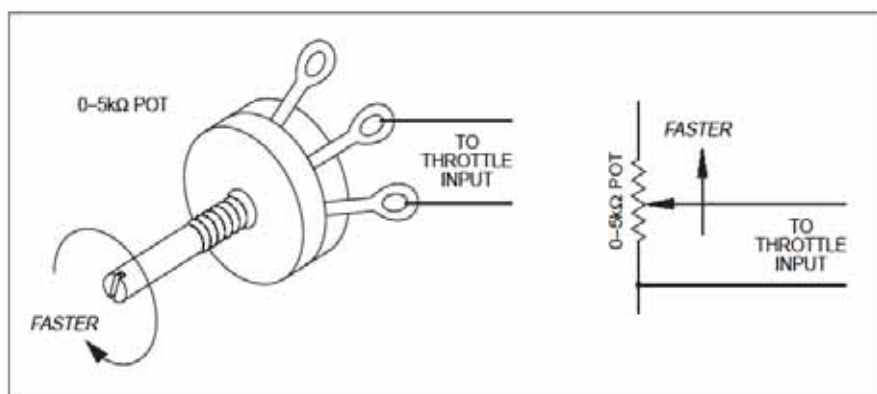
Fig.9に示されているように、このタイプのスイッチは、可動接点バーを回転させることによって、機械的に2本のモーター界磁ケーブルを入替えます。示されている構成は標準で、多くのバリエーションが使用されています。

Fig. 9 *機械的な前進/後退のスイッチアームで後退するための電源配線*

スロットルポット配線

標準ポットボックス配線

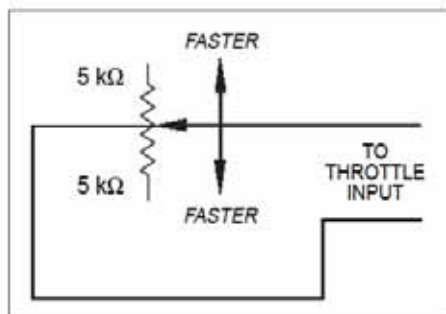
コントローラへのスロットル入力が、Curtis PMC ポットボックスまたは、フットペダルからの場合は、配線は簡単です。Fig. 6に示されているように、ポットボックス／フットペダルケーブルの２本線をコントローラの２つのプッシュオン端子に接続するだけです。どちらの線がどちらの端子に接続されても問題ありません。線は必要であれば延長することができます。

公称抵抗 5kΩの適当なポテンショメータであれば、1204/1205コントローラの標準スロットル入力に適合します。Fig.10に示されているように、スロットルが動作すると、抵抗が増加するように、ワイパーとポットの外側の端子に接続します。

Fig. 10 *標準スロットルポット ０－５kΩ*

ねじりグリップスロットル用ポット

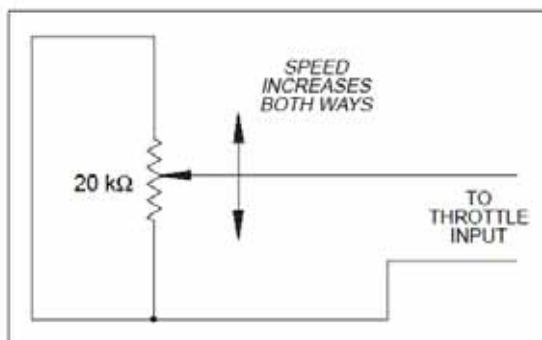
ねじりグリップスロットルには、１方向だけにねじれる（これはアクセルに使われる）、または、両方向にねじれる（方向コンタクタを選択するマイクロスイッチにより、後退にも使うことができます）のがあります。１方向だけにねじれるねじりグリップは、Fig.10に示されているように、コントローラスロットル入力は、 5kΩからポットを使うことができます。

両方向にねじれるねじりグリップは、どちらの方向にもニュートラルのゼロから5kΩまで可変するポットを使うことができます。どちらの方向にねじりグリップが回されても同じ機能をするように、標準ポットは設計されています。

Fig. 11 *10kΩセンタータップ4端子ポット付き双方向ねじりグリップスロットル*

その他に、Fig.11に示されているように、４端子、センタータップ10kΩポットをねじりグリップに直接取付けることができます。

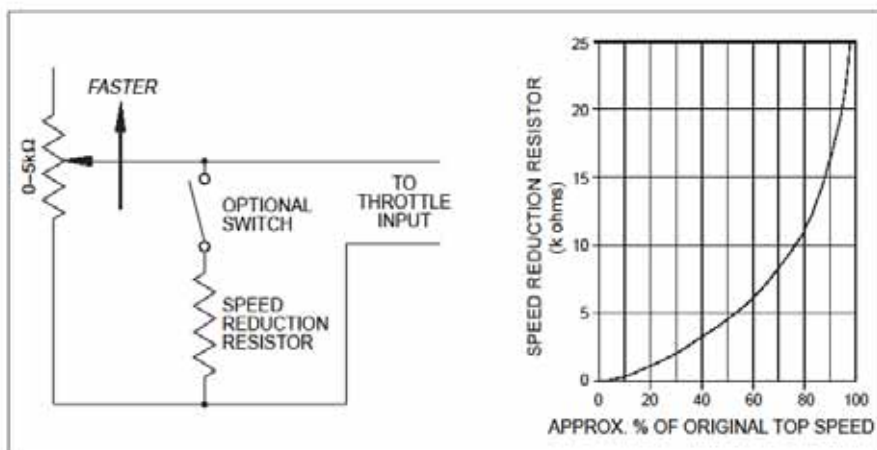
双方向ねじりグリップスロットルを使用する3つ目の方法には、非標準スロットル入力の付いた標準ポテンショメーターとコントローラを使います。

Fig.12に示されているように、終端を配線した、標準の20kΩポットを使用します。抵抗は、ニュートラル状態で5kΩから極値でゼロまでの範囲になり、標準のスロットル入力構成の逆になります。 このタイプのコントローラを必要な場合は、Curtisまで連絡して下さい。

Fig. 12 *標準の20kΩポット付き双方向ねじりグリップスロットルおよび、オプションの5kΩ−0スロットル入力付きコントローラ*

警告： Fig.12の入力回路によって、ポテンショメーターまたは配線オープン回路は、コントローラの出力をオフします。しかし、ポット配線ショートは、普通のコントローラへの0Ω信号と同じに受け取られ、電源が入っているときにショートが起きたときは、全速力オペレーションとなります。

減速操作

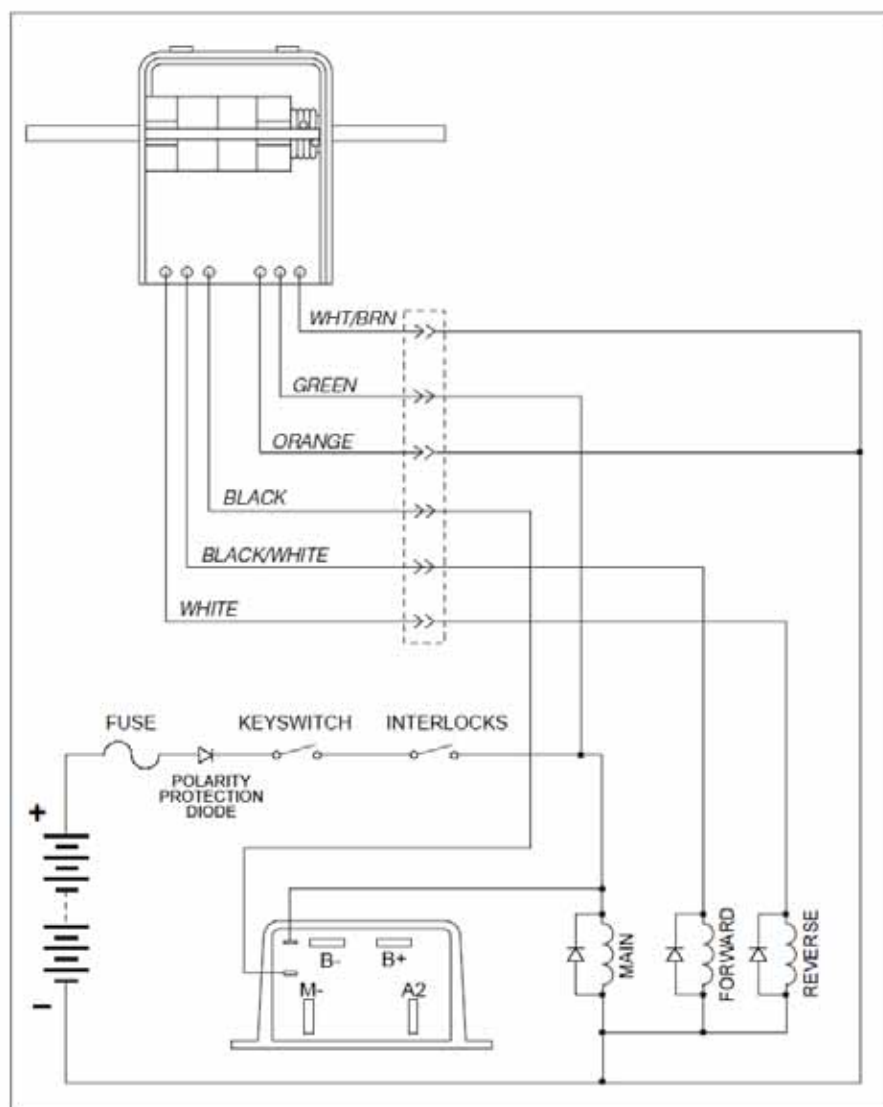
車両のトップスピードは、安全やその他の理由から、簡単に制限できます。Fig.13に示されているように、スロットルポットに並列に接続された1個の抵抗が、抵抗値に従って最高速度を減少させます。可変抵抗器を使うと、最高速度をより簡単に調整することができます。スイッチにより、速度は後退時にのみ制限するか、または減速スイッチをオフにすることができます。たとえば、関係者が車両を屋外で全速力で走らせることが可能になります。
表の減速曲線は、おおよそのものです。実際の車両の最高速度は、モーター性能と車両の負荷によって異なってきます。

Fig. 13 *減速操作（標準0−5kΩポット）*

希望の早さに減速させるために、正しい抵抗値を実験してから決める必要があります。（注意：減速操作のときは、最高速度だけが減速されます。低速スタート時には、フルパワーが維持されます。）

抵抗コントローラと異なり、コントローラ全般のパワーは、少ししか失われないため、Curtis PMCコントローラは、減速モードにおいて、効率的に操作できます。

電子ストットル配線

Curtis PMCの電子スロットルET-XXXの配線は、Fig.14に示したとおりです。オプションの０－５Vのスロットル入力付きコントローラが必要です。

Fig. 14 *オプションの0-5Vスロットル入力付きCurtis電子スロットル（ETシリーズ）*

配線: PMモーター

永久磁石モーターを使った車両のコントローラ配線は、前進／後退の回路を除いて直巻電動機と同じです。
PMモーターには、2つの端子しかありません(アーマチュア・ブラシ)。磁場が永久磁石で提供されるので、逆にすることができない代わりに、モーターは、アーマチュアの導線を入替えることによって、反転されます。

PMモーターは、前進／後退の回路を介してコントローラのB＋とM－のバーバスに接続しなければなりません。コントローラを直巻かPMモーターのどちらかのために設計する場合は、A2バスバーには接続しません。コントローラをPMモーターだけのために設計する場合は、A2バスバーはありません。

基本的なPMモーター配線は、Fig.15に示されているように、2つの単極双投入(2×SPDT)コンタクタを使用します 。前進／後退のスイッチがニュートラル・ポジションにあるときは、方向コンタクタのどちらも操作されないで、モーターがショートされることに注意してください。車両が動いている間に、ニュートラルが選択されているか、モーターが逆転されると、急ブレーキを引起します。モーターが発電機として機能するので、コントローラの中のフリーホイールダイオードによってショートされます。モーターがショートされるとき、車両が速ければ速いほど、急ブレーキの効果はより激しくなります。

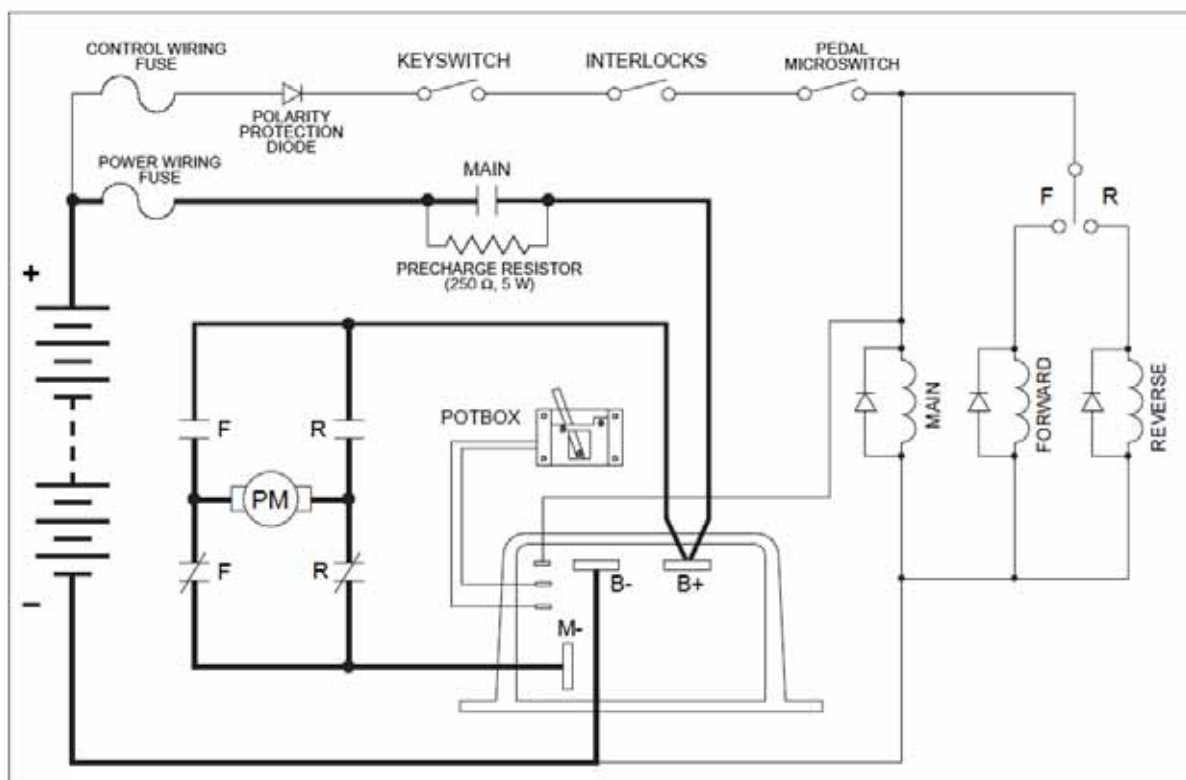



Fig. 15 *PMモータ使用の基本配線*

急ブレーキが容認できないなら、モーターがニュートラルまたは、ペダルが離されるときは惰性で走行する下記に示されている配線図を使用して下さい。しかし、**逆方向が選択されていて、車両がまだ動いている間に、ペダルが再び操作されると急ブレーキが掛かることに注意してください。**

部分的解決は、ペダルが開放されるときにモーター回路をオープンにする、4つの単極単投入(4×SPST)コンタクタを設置することです。

Fig.16に示されているように、この設定では、ニュートラルかペダルが開放されるとき、車両は惰性で走ります（フリーホイール）。

この回路の欠点は、コンタクタの1つが閉じた場合、コントローラの出力がショートされて、コントローラが破損するかもしれません。この理由から、この回路は広く使用されますが、4×SPSTの設定を推薦しません。

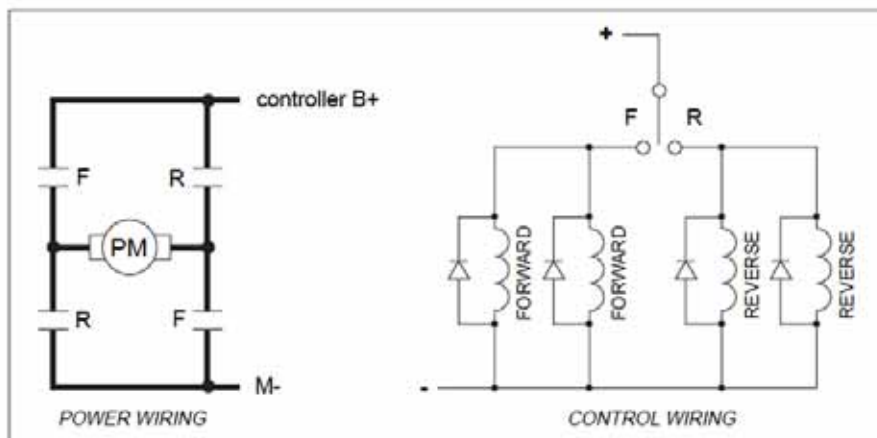
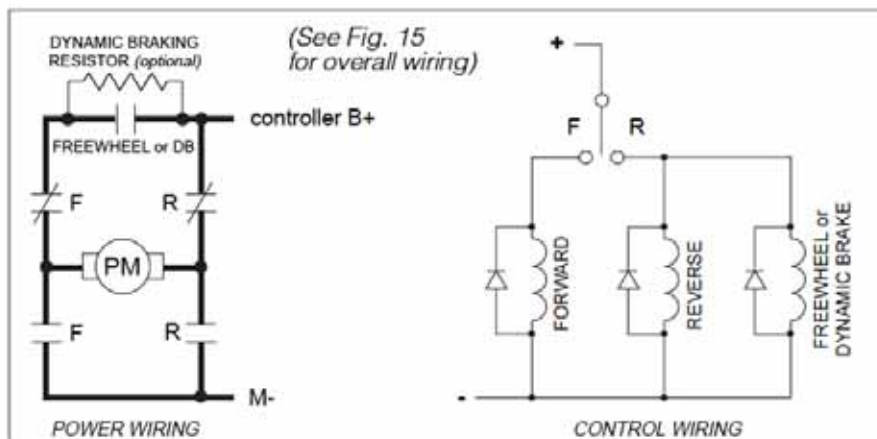
Fig. 16 *フリーホイールを提供するための4×SPSTコンタクタ使用のPMモータ配線。この構成は広く使用されますが、推薦しません。*

推薦するより良いアプローチは、Fig.17に示されています。モーターは2つの単極双投入(2×SPDT)コンタクタによって逆転されます。3つのコンタクタ (SPST) は、ニュートラルかペダルが離されるときモーター回路を開け、モーターがフリーホイールを可能にします。

Fig. 17 *3つのコンタクタ (SPST) と 2×SPDT方向コンタクタを使用して、フリーホイールを可能にする都合のよいPMモーター配線 。フリーホイールの代わりにダイナミックな制動を提供する3つのコンタクタと交差する抵抗を加えることができます。*

フリーホイールにダイナミック制動が都合よい場合は、制動抵抗を取付けることができます。モーターは車両を減速させる際にパワーを発生させます。ダイナミック制動抵抗は熱としてこのパワーを消費します。
制動トルクの量は、抵抗で決定して、車両の速度に比例しています。抵抗の発熱に応じたサイズを取付けます。(注意: モーターのサイズと要求された制動の量は、適切な制動抵を決定する要素です。ガイドラインについてカーティスに連絡してください。) 前進／後退のコンタクタのN.O.とN. C.コンタクタは、Fig.17に示されているように配線しなければなりません。さもなければ、この回路はうまく動作しません。

全てのPMモーター配線図(例、Fig.15-17)で示された前進／後退のスイッチは、双極双投(DPDT)センター・オフであることに注意してください。前進か後退が選択されているとき、前進／後退のコンタクタを操作することに加えて、コントローラのKSIとメインコンタクタのスイッチをオンにします。ニュートラル・ポジションでKSIをオフにすることによって、ペダルが押し下げられている状態で前進／後退のスイッチを変えると、コントローラのHPD機能が、コントローラ出力を抑制します。車両が動いていて逆方向の制動効果を妨げない間これは、少なくともモーターが逆方向に動かされるのを妨げるでしょう。

前進／後退のインタロックモジュール(Curtis PMC p/n 1301)は、車両が動いている間、方向を逆にするのを防ぐための24-36Vモデルが利用可能です。このモジュールは、モーターの逆EMFが、あらかじめセットしたレベルに下がったときだけ、コンタクタが逆になります。アプリケーション・ノートについては、Curtisまでご連絡下さい。

取付けの点検

車両を操作する前に以下の手順に従ってしっかりと点検を行って下さい。点検中に問題があるときは、問題を明らかにするために、故障の原因(Section 5)をお読み下さい。

以下の点検を行う前に、車両をブロックに乗せて、車輪を地面から離しておきます。

点検中は、車のすぐ前か後ろに人が立たない様にして下さい。

点検の前に、キースイッチがオフになっていることと、車両がニュートラルになっていることを確認して下さい。

安全眼鏡を着用し、絶縁された工具を使用して下さい。

A.　バッテリーを接続します。電圧計で、バッテリーB＋とB－端子に正しい電圧と極性が示されることを確認します。

B.　コントローラB＋とB－バスバーの電圧を確認します。システムのメインコンタクタにプリチャージ抵抗が並列に接続されているときは、フルバッテリー電圧の約90%が表示されなければなりません。システムに抵抗が無いときは、一時的に抵抗(100から200Ω5Wまたは、100Wの電球)を繋ぎます。コントローラの電圧は、フルバッテリー電圧の約90%になるはずです。

C.　AとBの点検にパスしないときは、配線接続の不良原因を解決して下さい。不良を修正して、AとBの点検がパスするまで、次の手順には進まないで下さい。

D.　前進／後退スイッチをニュートラルにして、キースイッチを入れます。スロットルを入れずにモータが駆動するときは、キースイッチをオフにし、配線を再度点検して下さい。スロットルを入れないときにモータが駆動<u>しない</u>ときは、次の点検手順に進んで下さい。方向を選び、スロットルを徐々に入れます。モータが反応します。

E.　車輪がどちらの方向に回転しているか見てみましょう。車輪が違う方向で回転していたら、全てのスイッチを切って、モータの界磁の接続を取替えます。

F.　HPDがあるときは、次にこれを確認します。キースイッチと方向スイッチを切ります。スロットルを入れてキースイッチを入れ、方向を選びます。このときモータが<u>作動してはいけません</u>。スロットルを開放し、再度入れます。このときモータが作動しなければなりません。スロットルを開放する前にモータが作動するときは、配線をもう一度確認して下さい。

G.　車両をブロックから下ろして、広い場所に移動します。加速が滑らかで、高速まで出るはずです。

H.　プラグブレーキにする車両については、普通の速度で車両を前進させて、プラグブレーキを入れてから、スロットルをそのままで後退にシフトしてテストします。車両は、滑らかに停止して、後退を始めます。

I.　プラグブレーキ禁止の車両については、「H」における動作で、フリーホイールが惰性で動くことを確認します。

メンテナンスと調整

Curtis 1204/1205コントローラとポットボックスは、適切に取付けられていれば、最小のメンテナンスで済みます。注意）：コントローラは、密封されているので、使用現場での保守点検はできません。

コントローラ

<u>メンテナンス</u>

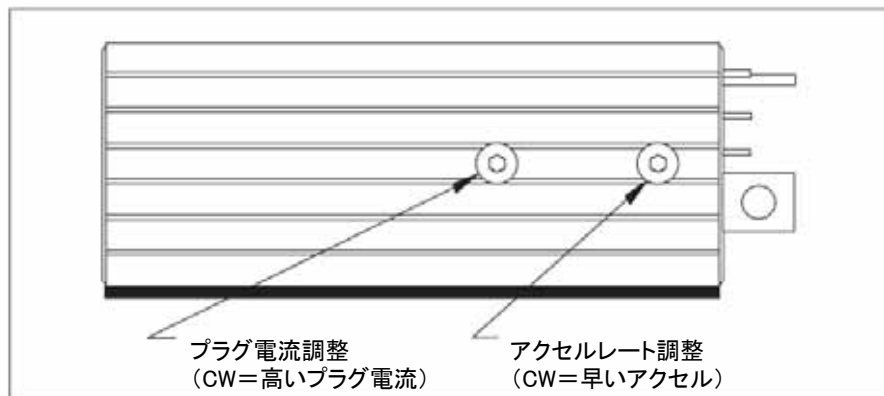
以下の2つのステップを随時行うことを推奨します。**まずバッテリーを外して電源を取外し、コントローラのコンデンサを放電**（電球または、2－10Ω、25Wの抵抗をB＋とB－に数秒間接続）**して下さい。**このとき、以下の様な安全対策を施しておいて下さい。駆動輪を地面から離しておく、安全眼鏡を着用する、絶縁用具を使用する（2ページ参照）。

1.　コントローラ（およびモータ、コンタクタ、その他）との電気的接続が緩んでいないことを確認します。コントローラバスバーの接続を確認するときは、2つの逆方向レンチを使います。このダブルレンチテクニックを使うと、バスバーに過度の力がかからず、シールを破損するのを防げます。**必ず絶縁レンチを使って下さい。**

2.　コントローラの前部と後部の全てのシールを点検します。必要であれば、シールがよく見えるように濡れた布でこの部分をきれいにふき取ります。シールの破損や欠陥がないかを調べて下さい。
シールが無傷のときは、洗浄するか、濡れた布でふき取って、コントローラをきれいにします。**コントローラの端子部分が完全に乾くまで、電源を入れないようにして下さい。**
シールが破損しているときは、いくつかの原因が考えられます。ケーブルを取付けるときに、ダブルレンチテクニックを使わなかった為。コントローラが保護された状態に置かれるような環境設定がなされていなかった（他のよい場所に取付けるとか、保護カバーを取付けるとか）。
シールが破損したままにしておくと、動作に欠陥が生じます。破損したシールのあるコントローラは、必ず交換して下さい。

調整

プラグブレーキ電流とアクセルレート設定が調整可能なモデルがあります。これらの調整可能なコントローラの調整ポットは、Fig.18に示される位置にあります。

Fig. 18 *調整ポット*

調整手順は、以下のとおりです。**調整中は、キースイッチを切っておいて下さい。**

1. 調整したいつまみのソケットヘッドねじ（1/8” アレン）を取外します。

2. 小さい絶縁ドライバー（Curtis製）を使って、内部のポテンショメータを調整します。

3. ソケットヘッドねじと、ナイロンシールワッシャーを取替えます。きつく締めすぎてはがれないようにします。

ポットボックス

メンテナンス

ポットボックスのメンテナンスは、コントローラのメンテナンスと同様です。接続と取付けが完全であることを調べて、必要であれば、濡れた布できれいにします。

調整

Curtis PMC ポットボックスは、出荷時に設定されており、ユーザーが調整する必要はほとんどありません。テストや調整をするときは、ポットボックスワイヤーにオーム計を接続して、次の手順に従って下さい。

1. レバーアームの戻りねじのきいた状態で、停止位置の抵抗が、50Ω以下でなければなりません。レバーをゆっくりと動かします。レバーが停止位置から 3mm（ 1/8 ”） のところ（マイクロスイッチの無いポットボックスのときは、1.5mm（1/16 ”））で抵抗が急激に増加し始めれば、調整する必要はありません。

2. 調整が必要なときは、レバーをポット軸で押さえながらねじをゆるめます。ポット軸をレバーに対してわずかに回転させるには、ドライバーを使います。抵抗が増加しはじめる点を再度確認し、3mm（ 1/8 ”） の位置（マイクロスイッチの無いポットボックスのときは、1.5mm（1/16 ”））で増加が始まるまで調整を続けます。正しく調整されたら、レバーをポット軸のところで支えながら、ねじを締め、これによって、調整が変化しないことを再確認します。レバーがシャフトの先端のわずかに傾いたところの下のポット軸にそのまま収まっていることを確認します。

3. レバー付きの抵抗が反対側の端まで押せることを確認します。抵抗は、4500から5500Ω必要となります。この範囲外のときは、ポットボックスが故障しているので、交換する必要があります。

4. マイクロスイッチ付きのポットボックスに対しては、正しいスイッチ操作をするかどうかを確認します。計量にはオーム計を使うか、スイッチの小さなクリック音が聞こえることを確認します。レバーがリターン停止位置から1.5mm（1/16 ”）の位置になったときに音が聞こえるはずです。そうでないときは、スペーサーを停止させるために穴の開いた、マイクロスイッチ取付け板を押さえながら、2つのねじをゆるめるため、板を動かして調整して下さい。ねじを締めた後、スイッチ操作点をもう一度確認して下さい。

故障修理とベンチテスト

*コントローラが誤動作したと思われるような状態のとき、それは実際に故障したのではなくて、通常の動作であることがあります。診断試験を行う前に、車両の状態が、始めの項目の「操作上の注意」に書かれていないかを確認して下さい。診断テストは、問題がコントローラにあるのか、あるいは、モータコントロール回路の他の部分にあるのかを知るためにあります。**コントローラ自体は、封印されているため、お客様の方で修理することは出来ません。コントローラに問題があるときは、最寄のCurtis PMCサービスセンターへご連絡下さい。**診断項目は、回路の問題について原因が分かり、修理まで出来るように詳細になっています。ベンチテストは本来、定期的に多くのコントローラをチェックするためのものです。*

操作上の注意

ノイズ

コントローラの操作は普通静かですが、2つの例外があります。プラグブレーキ中は、1kHzの音がします。このノイズは正常で、プラグブレーキが掛かっていることを示しています。プラグブレーキが止まると、ノイズも止まります。

車両が急勾配のスロープでプラグブレーキを掛けて停止できない

車両が急斜面を後退で下がって行って、スロットルを前進に入れようとしたとき、コントローラは、プラグ検知をして車両を停止させようとします。急斜面で、プラグ電流のセットポイントが車両を停止させるためには不十分の場合、ブレーキはかけ続けますが、車両は斜面を下り続けます。 機械ブレーキを掛けて車両が停止すれば、スロットルを入れてフルドライブ電流が稼動し、車両は坂を登ります。

緩慢な車両挙動

パワー不足が著しいときは、バッテリが過度に放電しているときです。 これは低バッテリ電圧の通常の反応です。Curtis PMC 1204/1205コントローラは、低バッテリによる破損に対して保護するように設計されています。
24-36Vのコントローラは、例えば、16V以下になるとモーターへの電力供給がカットされます。 他のモデルについて、仕様(附属書C)を参照して下さい。

コントローラが熱くなる

コントローラが熱くなったときは、必ずしも深刻な問題が起きたというわけではありません。
Curtis PMC 1204/1205 コントローラは、内部温度が75℃ (167° F)を超えると電力を低減して、自己保護をします。 オーバーヒート状態が続く限り、電力供給は低減され、ユニットが冷却されると、フルパワーに復帰します。
通常のアプリケーションでは、オーバーヒートはめったに問題になりrません。しかしながら、コントローラが熱をケースから放熱できないように取付けられたようなときや、他の熱発生装置が近くにあるようなときは特に、オーバーサイズのモーターと車両への過負荷がオーバーヒートの原因になり得ます。通常の操作中に、高温によるカットバックがしばしば起きるときは、コントローラが小型すぎる可能性があります。この場合は、より高電流のモデルに交換して下さい。

HPDの故意でない動作

突然、フルスロットルになるアプリケーションは、HPD機能が働くかもしれません。ペダルのマイクロスイッチがKSIと配線されるアプリケーションで。マイクロスイッチがコントローラをパワーアップする前に、ポットが回転するアクティブなストロークの場合、これは起こります。通常の非不正なスロットルのアプリケーションは、この動作をすべきではありません。

車両内の診断テスト

これらのテストを行うには、一般用の電圧抵抗計が必要です。通常のVOM、または安価なデジタル電圧計のどちらでも使えます。
故障修理一覧表（裏ページ）の後に、修理の手順を示してあります。これらのテストを始める前に、もう一度配線図を見て、コントローラの配線に間違いがないことを確認して下さい。

電動車両の取扱いは、場合によっては危険がともないます。
診断テストをする前に、ジャッキアップして車両を持ち上げ、駆動輪を地面から離しておき、モータコントロール回路の処理を行う前にバッテリ回路を切り、安全眼鏡を着用し、絶縁用具を使用して（2ページ参照）、テスト実行者の安全を計って下さい。

Fig. 19 故障を解決する手順を示しています。[以下の表を見て、これ以降のページにある当てはまる手順を参照して下さい。]

TEST 1　コントローラへの電源供給をチェックします。

1-A　このテストをするときは、キースイッチをオフにしておきます。

1-B　バッテリ（－）が、コントローラのB－端子に接続されていることを確認して下さい。電圧計の（－）リード線をここに接続します。

1-C　電圧計の（＋）をメインコンタクタのバッテリ側に接続します。バッテリ電圧がフルになることを確認します。そうでないときは、バッテリパック、それに繋がるケーブル、またはパワーヒューズに問題があります。

1-D　電圧計の（＋）リード線をコントローラB＋端子に接続します。フルバッテリ電圧の1～5V低いところを示すはずです。この電圧がゼロかほとんどゼロに近いときは、コントローラまたはコンタクタの250Ω抵抗に問題があるか、コンタクタとコントローラ間のケーブル接続が間違っています。ケーブルが正しく接続されいることを確認して下さい。250Ω抵抗を取外して、オーム計で測定して下さい。これらのテストで問題が無いときは、コントローラに異常があります。この時点でバッテリ電圧がフルのときは、コンタクタが溶着していて、交換する必要があります。

TEST 2　メインコンタクタの操作とKSIをチェックします。

2-A　キーを入れて、前進／後退スイッチを前進または後退に入れ、マイクロスイッチが作動するまでフットペダルを押込みます。（この手順では、フットペダルに推奨するマイクロスイッチが取付けられていると仮定します。）

2-B　このところでメインコンタクタがカチカチと音を立てながら操作するようになります。電圧計をコンタクタのコイル端子に接続して下さい。フルバッテリ電圧になる必要があります。（極性ダイオードの電圧降下だけマイナス。）

2-C　コントローラのKSI端子もフルバッテリ電圧が示されなければなりません。電圧計の（－）にコントローラのB－端子、電圧計の（＋）をコントローラのKSI端子を接続して確認します。

2-D　コンタクタとKSI端子に電圧が無いときは、問題があります。どこに電圧がかかっていないかを電圧計で調べます。電圧計の（－）をコントローラのB－端子に接続して、電圧計の（＋）リード線で次のポイントを確認して下さい。

1. まず始めに、コントロール配線とヒューズの両端を確認します。

2. 極性保護ダイオードの両側をチェックして、極性が正しいことを確認して下さい。

3. キースイッチの両側をチェックします。

4. ペダルマイクロスイッチの両側をチェックします。

5. 最後に、コンタクタコイルとコントローラKSIをチェックします。

2-E コンタクタとKSIに電圧があれば、電圧計をコンタクタの接点（太い端子）に接続して、コンタクタが実際に作動していることを確認します。明らかな電圧の低下があってはなりません。電圧が低下しているときは、コンタクタが故障しています。（推奨しているプリチャージ抵抗を取付けて下さい。）

TEST 3 **ポットボックス回路をチェックします。**

以下の手順は、２線加減抵抗として接続されている公称5kΩポット（０＝フルオフ、5kΩ＝フルオン）コントローラ用の標準スロットル入力構成と、5kΩ－０構成に適用します。1204/1205コントローラは、他の入力特性もあります。コントローラのスロットル入力が、０－5kΩまたは5kΩ－０以外の取付け方法のときは、入力範囲を調べ、以下の手順に従って、ペダル／ポットボックスが正常に作動していることを確認して下さい。

3-A キースイッチを切り、コントローラのスロットル入力のコネクタを取外します。オーム計をポットボックスに繋がる2本線に接続し、ペダルを上下させながら抵抗を測ります。ペダルの上下の抵抗値は、以下の範囲に入っていなければなりません。

	抵抗（単位： オーム）	
	標準 0–5kΩ POT	5kΩ–0 POT
ペダル上:	0 – 50	4500 – 5500
ペダル下:	4500 – 5500	0 – 50

3-B 抵抗値が表の範囲から外れるときは、ポットボックスそのものが故障しているためか、ポットに繋がるワイヤが破損しているか、ペダルとその接続がポットボックスレバーを正しく作動させていないためです。ペダルを操作して、ポットボックスレバーがペダル上部止めの接点から、ペダル下部止め近くまで動くことを確認します。機械的な操作に問題がないときは、ポットボックスを交換して下さい。

3-C ポットボックスの配線をコントローラから切っている間、これらの配線と車両フレームの間にショートがないかを、オーム計を使って確認して下さい。1MΩ以上以上の抵抗があるのが分かります。これ以下のときは、配線の絶縁が破損していないか、または、酸化物との接触がないかを調べて下さい。必要なときは、ポットボックスを交換して下さい。

3-D 配線をコントローラ端子の後ろに押込みます。どの線がどの端子に入ってもかまいません。

3-E コントローラの端子部分を点検してください。伝導性の汚れや酸化物がスロットル入力端子と、B－または、M－端子の間で漏電が起きることがあり、コントローラを誤動作させます。この問題がないかどうかチェックするには、電圧計の（－）リード線をコントローラのB－端子に接続して、適切なスロットル入力端子(0−5kΩポット用には、上部端子、5kΩ−0ポット用には、下部端子）の電圧を測定してください。キースイッチを入れて、テスト用に方向を選択します。

	スロットル入力電圧（単位： ボルト） 標準 0–5kΩ POT *UPPER TERMINAL*	 5kΩ–0 POT *LOWER TERMINAL*
ペダル上：	3.8	4.3
ペダル下：	9.5	10.2

測定値と表を比較して、数百ミリボルト以上の違いがあるときは、汚れの可能性があります。

3-F コントローラの接続部を綿棒または、濡れた清潔な布で注意深くふき取り、よく乾かします。

清掃の前に、すべての電源を切っておいて下さい。

コントローラが正常に復帰したかをテストして下さい。この様な故障が再び起きないように、次のことを行って下さい。コントローラの端子部に、汚れや水が付着しないようにします。電圧の範囲が適切にならないときは、コントローラが故障しているので、交換します。

TEST 4 **コントローラ出力をチェックします。**

4-A 最初に、モータの出力ドライブ電圧を、コントローラのM－端子で測定します。

4-B 電圧計の（＋）線をコントローラのB＋端子に繋ぎます。電圧計の（－）線をコントローラのM－端子に繋ぎます。

4-C 前進／後退スイッチをニュートラルにして、キースイッチを入れます。方向を選んで、ペダルを踏みながら電圧計を見ます。ペダルを踏む前の電圧計の値はゼロで、ペダルをいっぱいに踏んだときにバッテリ電圧はフルになります。そうでないときは、コントローラが故障しているので、交換する必要があります。

4-D 次に、コントローラのM－線の電流を測定します。シャント／メータ装備または、DCクランプメータなどの様な、直流高電流を測定できるものがあれば、それを使って下さい。ないときは、テストする線に引っ掛けるタイプの安価なアンメータを購入することをお奨めします。これは、自動車部品の店で入手可能で、このような試験には十分です。

4-E 前進／後退スイッチをニュートラルにして、キースイッチを入れ、方向を選んで、ペダルを踏みながらアンメータを見ます。

4-F M－線に電流が流れていないときは、モータの開回路か、モータとコントローラ間の配線に問題があります。前進／後退スイッチを確認します。検査をしている車両が後退するときにコンタクタを使っているときは、動作していて、接点が閉になっていることをチェックします。問題がないときは、モータのアーマチュアと、フィールドが開になっていることを確認します。

4-G M－線に高電流が流れていても、モータが回らないときは、モータ回路がショートしているか、モータの配線が間違っているか、コントローラの内部のプラグダイオードがショートしているかです。以下の手順に従って、プラグダイオードをテストして下さい。

1. バッテリー回路を開けて、電力を取外します。コントローラのA2端子からケーブルを取外します。

2. オーム計を使用して、コントローラのA2とB＋端子の間の抵抗をチェックして下さい。コントローラの内部のダイオードがあることを確認するため、オーム計の2つの線を取替えて、どちらかの抵抗が低く、もう一方が高くなることを確認します。メーターにダイオードテスト機能があるときは、それを使用して下さい。

3. ダイオードがショートしているのを見つけたら、コントローラが故障しています。

4-H A2ケーブルをコントローラに取付けて、バッテリーを再接続して下さい。

4-I プラグダイオードに問題がないときは、モータ回路がショートしています。ショートは、前進／後退スイッチで起きている可能性がありますので、最初に、そこを見てください。
モーターの抵抗は非常に低いので、配線がショートしている可能性があるときは、モーターを分離してテストする必要があります。

ベンチテスト

ベンチテストを始める前に、コントローラを持ち上げて、振ってみて下さい。内部で何かガタガタ音がする場合は、コントローラを返品して下さい。

ベンチテストを行うときは、安全眼鏡を着用し、絶縁用具を使用するようにして、テストを行う人の**安全を確保して下さい。**

<u>必要な設備</u>

コントローラをテストするために、Fig. 20に示された、簡単なセットアップが必要です。以下のものを準備して下さい。

1. テストするコントローラの定格と同じ電圧の**電源**。バッテリでも直流安定化電源でも使用できます。低い電源テストだけを説明します。突然ショートしたときに、作業者とコントローラの両方を保護するために、10アンペアのヒューズをバッテリに直列に配線します。無負荷のバッテリは、出力電圧がコントローラの定格を超えてしまうので、電源としてバッテリチャージャだけを使うことはできません。

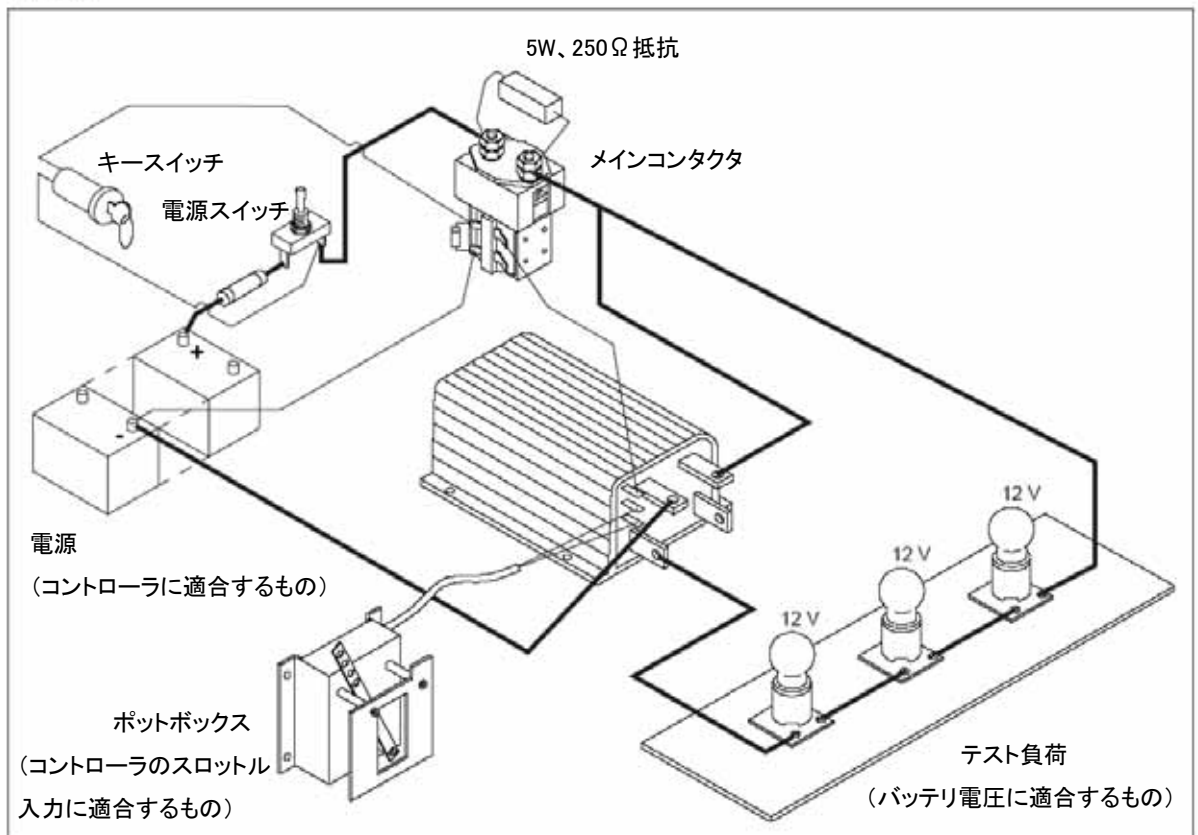
2. **スロットルポットボックス**。標準のスロットル入力構成(2端子の加減抵抗器としての5kΩポット)のコントローラには、Curtis PMCポットボックスまたは、どんな5kΩポットでもかまいません。他の入力オプションのコントローラ用には、車両に使われているどんなタイプのスロットルでも使えます。

3. テストセットアップからすべての電源を切るための**電源スイッチ**。

4. 高電力接点間に250Ω、5Wの抵抗がある**メインコンタクタ**、および、この電源を入り切りする**キースイッチ**。

5. 電源と同じ電圧を得るために、直列に配線された白熱灯で構成された**テスト負荷**(たとえば、36Vバッテリと使用するときは、12Vの白熱灯を3つ使います。)

6. 一般用の**ボルトオームメータ**または、**デジタルボルトメータ**。

Fig. 20 *ベンチテストのセットアップ*

ベンチテスト手順

A. コントローラを図のように接続します。電圧計のリード線をコントローラのB＋とB－端子に接続します。

B. 電源スイッチ（キースイッチではなく）を入れて、電圧計を観察します。フルバッテリ電圧より 2、3ボルト低いところまで数秒間で徐々に上昇します。電圧が上昇しないときは、コントローラが故障しています。

C. キースイッチを入れます。メインコンタクタの電源が入り、コントローラのB＋とB－端子は、フルバッテリ電源と同じになります。スロットルを全範囲で移動させます。ランプは、スロットルポットに合わせてスムーズにフルオフからフルオンまで明るさが変化するはずです。

D. コントローラにHPDがあるときは、以下の様にこの機能をテストします。

1. キースイッチを切ります。
2. スロットルを半分ほど移動させます。
3. キースイッチを入れます。ポットボックスのレバーが、ほとんどオフになるまで移動させてから戻すまで、ランプがつかないことを確認して下さい。

E. ランプが点灯している間、コントローラのスロットル入力端子に2つあるスロットル接続端子の一方を抜いて、コントローラのストットル故障保護機能をテストします（スロットルはオンの位置）。ランプは消えています。スロットルをオンにしたまま、リード線をまた繋ぎます。ランプは以前の様に明るさが増します。

F. 最後に、テスト装備からコントローラを取外し、故障解決手順　４－Ｇ　に書かれているとおり、内部プラグダイオードをチェックします。

用語:
特長と機能

加速率
内蔵の加速率回路は、モータへの電力の最大レートを維持します。スロットル開始時にフルオン状態にすると、加速率設定は、コントローラ出力増加の速さをどれくらいにするかを決定します。

標準の設定は、スロットルがフルオン状態で、コントローラがフル出力に達するのに約1秒かかります。この機能によって、滑らかで、騒音のないスターとが実現できます。

1204/1205モデルでは、加速率は外部からトリムポットで調整可能です。調整の方法は、セクション4を参照して下さい。減速率は固定しており、調整できません。

アクセルポット故障保護(暴走保護)
制御不能な動作を防止するために、アクセルポテンショメータまたは、配線に開回路故障が起きた場合、コントローラがモータを停止させます。
標準構成は、フルオフ時に0オーム、フルオン時に5000オームの範囲に可変の2線式のポットです。コントローラが異常に高いアクセル入力(通常の入力抵抗の約1.5倍以上)を検出したとき、モータへの出力を停止し、暴走を防ぎます。コントローラは、故障状態(例:ポットボックス配線故障、コネクタ故障)が修理されると、通常の操作に戻ります。

電流制限
Curtis PMCコントローラは、モータ電流を設定した最大値の制限します。この機能によって、電流がモータの要求だけで制限されるときに起こるかもしれない故障からコントローラを保護します。

コントローラを保護することに加えて、電流限界機能は、それ以外のシステムも保護します。車両が加速している間に高電流サージを消去することで、モータとバッテリにかかるストレスを減少し、効率と耐用年数が改善されます。同様に、車両の動力伝達経路と、そして、車両が通る道路(ゴルフコースやテニスコートなどでは、重要事項)の磨耗と破損が減ります。

電流増倍
Curtis PMCコントローラは、加速と減速運転中、バッテリーから流れる出る以上に、モーターに多くの電流を供給できます。コントローラは、低電流高電圧(フルバッテリ電圧)を取り込み、高電流低電圧を出力する、直流トランスのような働きをします。

バッテリは、通常のコントローラ(バッテリ電流とモータ電流が常に同量のもの)が要求する電流の一部だけを供給すれば済みます。電流倍増機能は、Curtis PMCコントローラを使用する車両のバッテリ充電当りの運転距離を飛躍的に大きくします。

環境保護
Curtis PMC 1204と1205のコントローラは、環境保護のため、ざらざらの陽極酸化アルミ成型に組み込まれています。長寿を長くするためには、コントローラを清潔で乾燥したところに保存するようにして下さい。

ハイペダル無効（HPD） *［オプション機能］*
スロットルを入れたときに車両の電源が入るのを防ぐことによって、HPDは、車両が円滑に安全にスタートできるようにします。作業者が、スロットルが既に入っているときに車両をスタートさせようとしたとき、コントローラ(および車両)の電源が切れたままになっています。車両をスタートさせるには、スロットル入力を受ける前に、コントローラは、KSIの入力を受ける必要があります。通常の円滑なスタートができることに加えて、HPDを使って、スロットル接続の異常（例えば、部品の曲がり、戻りスプリングの破損など）によって、スロットルが解除しているのに、スロットル入力信号がコントローラに送られたとき、突然急激に車両がスタートすることを防ぎます。

1204と1205コントローラは、HPD機能のあるものとないものがあります。

KSI
KSI（キースイッチ入力）は、コントローラの論理回路にキースイッチとフットペダルマイクロスイッチの両方を通して電力を提供します。

キースイッチがない車両は、KSIはフットペダルマイクロスイッチを通して送られます。非車両のアプリケーション(コンベアベルトなど)のKSIは、B+に単に結線されるかもしれません。

MOSFET
MOSFET(酸化金属半導体電界効果トランジスタ)は、切り替え速度の速さと非常に低い損失の特徴を持ったトランジスタです。

過熱
「熱保護」を参照。

プラグブレーキ
車両はスロットルを離さすに、前進／後退スイッチで逆方向を選択することによって、電気的にブレーキをかけることができます。モータを逆転させる、アーマチュアは発電機として働きます。コントローラは、モータ界磁電流を調整し、プラグブレーキトルクを適正なレベルにします。

車両はブレーキがかかり、滑らかに停止し、逆方向に加速します。（注意:コントローラは、車両速度が低速のときにモータが必要なプラグブレーキ電流を発生させることが場合は、プラグブレーキをかけることができなくなります。）

プラグ電流制限は、ユーザーの要求に応じて工場で設定されます。1204/1205モデルでは、プラグ電流制限はユーザー調整可能なトリムポットを通して調整可能です。調整方法に関しては、セクション4を参照して下さい。

プラグブレーキが必要ないときは、アクセルが入っているときに、前進／後退スイッチがニュートラルを通して移動したときに、車両にフリーホイールがかかるように車両配線することができます。スロットルを離し、再び入れると、プラグブレーキがかかります。このようにプラグブレーキをかけるのを禁止するには、コントローラにオプションのHPD機能が必要です。配線の詳細は、セクション3に示します。

プラグブレーキ中は、1kHzの音が聞こえます。

PWM
PWM（パルス幅変調）は、「チョッピング」とも呼ばれ、モータへのバッテリ電圧オンオフを素早く行うことで、モータのスピードをコントロールする技術です。
Curtis PMC 1200シリーズのコントローラは、15kHz の高周波PWMを使用することで、騒音のない効率的な作動が可能になります。PWMについては、附属書Bに詳しく説明されています。

円滑な無段操作
すべてのCurtis PMC 1200シリーズのコントローラと同様に、1204と1205モデルは、操作者の快適なモータスピードの調整を可能にします。

モーターに流れる電流の量は、コントローラのパワーMOSFETトランジスタのオン時間（デューティサイクル）を変えることによって設定されます。このパルス幅変調技術によって、騒音のない無段操作が可能になります。

パルス幅変調については、附属書Bに説明されています。

熱保護
効率と温度設計により、通常操作ではCurtis PMCコントローラの温度が上がることはめったにありません。しかし、コントローラが搭載された車両用の適合寸法より小さいときや、過負荷がかかったときは、オーバーヒートは起こることがあります。コントローラの内部の温度が75℃(167° F)を超えたときは、電流制限は規定値のおよそ半分に減少します。

性能が落ちたレベルでは、車両は操作できなくなり、停止します。

コントローラの温度が低下すると、自動的にフル電流制限に性能が復帰します。この動作はコントローラを損傷しませんが、ミスマッチの考慮を促します。通常の車両操作で頻発するときは、コントローラのサイズ（許容電流）が小さすぎるため、電流の高いモデルに交換して下さい。

コントローラは、低温に対する保護もなされています。内部温度が、−25℃（−13°F）以下になると、電流制限は電流の設定値の約半分に減少します。コントローラが暖まると、フル電流制限、性能が自動的に復帰します。

低温
「熱保護」を参照。

低電圧補償
コントロール回路は、適切に機能するために、最小のバッテリ電圧を必要とします。このため、コントローラは、バッテリ電圧が一定のレベルまで下がったときに、出力が徐々に低下するように設計されています。様々なモデルのカットバック電圧仕様が一覧に記載されています(附属書C）。
モーターへの出力を低下させることによって、バッテリ電圧を回復させ、カットバック電圧以下にならずに、バッテリーができるかぎりの電流を供給することによって、均衡が保たれます。

附属書 A

構成図

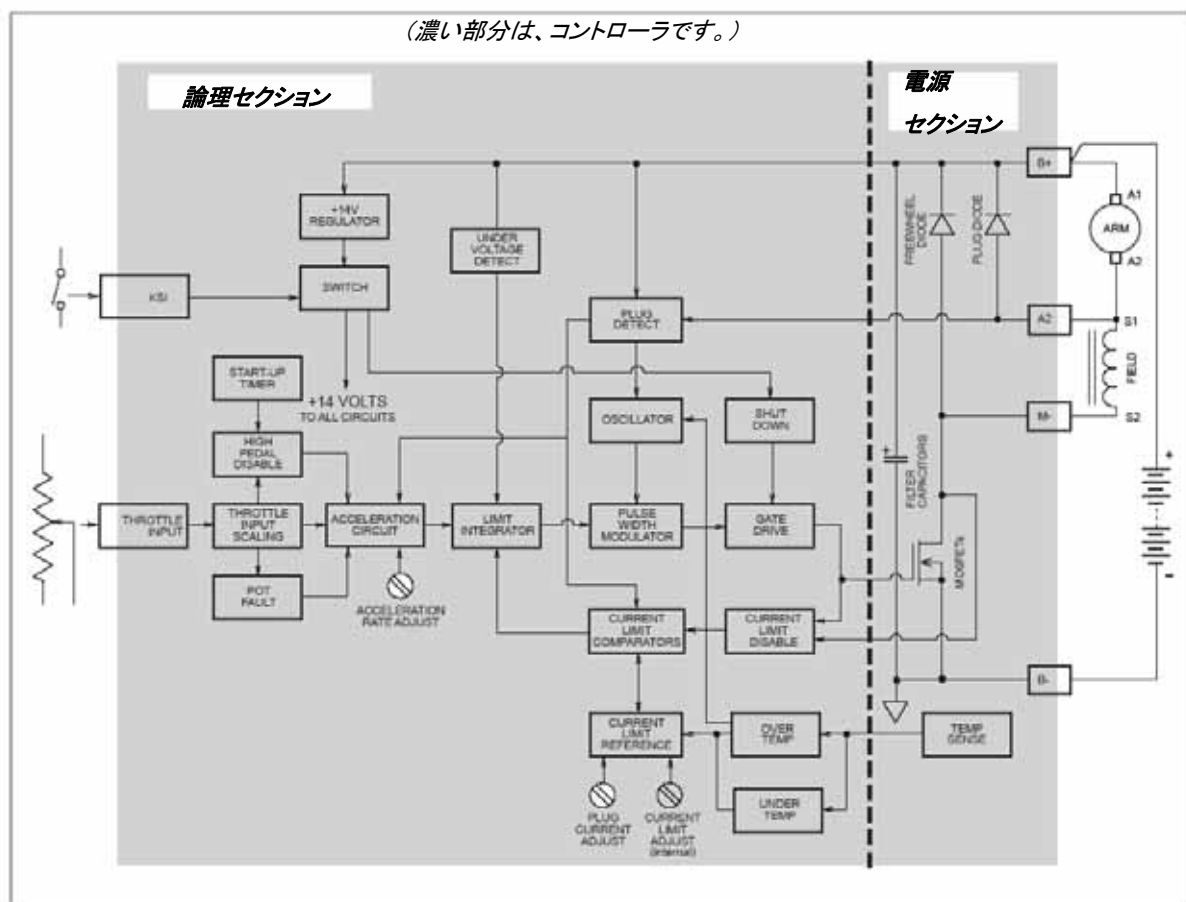



Fig. A-1 *Curtis PMC 1204/1205 コントローラのブロックダイヤグラム*

コントローラは、**電源セクション**と**論理セクション**から成ります。

電源セクション

酸化金属半導体電界効果トランジスタ (MOSFET) の並列電源アレイが、バッテリからモータへの電流パルスを切り替えます。MOSFETがオフの間、モータ電流は、実質的に多数の急速復帰整流器が並列に接続されているフリーホイールダイオードを流れ続けます。バッテリに直接接続されたフィルタコンデンサのアレイは、電源スイッチング回路によって必要とされる瞬間電流を供給し、バッテリリップル電流のフィルタリングと電圧スパイクを抑制します。プラグダイオードは、直巻電動機のプラグブレーキがかかっている間、アーマチュア電流の流れる経路を提供します。PMモーターだけ使用する場合は、これらのコントローラのバージョンでは、プラグダイオードとA2端子は省略されます。構成図は直巻電動機について書かれています。

論理セクション

B－端子は、論理回路と補助回路の接地（グランドリターン）です。12V以上のシステムは、論理回路を動かすためにバッテリ電源は、14Vに調整されています。補助セクションからコントロール回路の電源オンは、キースイッチ入力（KSI）のオンオフで14Vレギュレータの出力を切り替え（スイッチ） ます。これにより、車両を使うときにコントロール回路に電源が入り、車両を使わないときに電源を落とします（シャットダウン）。

スピードコントロール入力（スロットル入力）は、5000オームで2線式ポットですが、他のタイプに対応できるので、可変スロットル入力スケーリング回路は、コントロール入力を標準状態に設定しています。この標準スロットル入力は、加速回路に入り、コントローラ出力が増加できる割合を制限します。加速率は、抵抗で設定されて、ユーザ調整可能なトリムポット（加速姿勢調整）で調整できます。

スロットル入力スケーリングの出力も、暴走を引き起こす入力(例えば、配線の破損)の場合、コントローラ出力を停止させるポット故障回路をとおります。オプションの保護機能である、ハイペダル無効（HPD）は、スロットルが入ったままの状態でコントローラのスイッチが入れられたときに、コントローラ出力を無効にします。KSI入力が入った瞬間からの時間を測定（始動タイマ）した後、HPD回路は、スロットル位置をチェックします。スロットル状態が検出されると、コントローラ出力はスロットル入力がゼロに戻るまでオフで、その後、通常動作になります。

コントロール信号は、リミットインテグレーターに入り、低電圧か過電流に対応してコントローラ出力を低減します。この回路の平均応答時間は、安定した制限動作が得られます。低電圧検出器は、バッテリ電圧が低すぎるときに出力します。出力が減少すると、バッテリ電圧が復帰し、コントローラが適切に機能する十分に高い電圧に安定します。電流制限機能は、以下に詳細に説明されています。

論理回路の中心は、前段からのコントロール入力が、オシレータの15kHzののこぎり波と比較されるパルス幅変調器です。その結果のパルス出力は、フルオフからフルオンまでの間、滑らかに変化することができます。これらのパルスは、パワーMOSFETのオンオフに必要な高いパルス電流を発生するゲートドライブ回路を通って、コントローラのメインパワーMOSFETスイッチに入力します(図B−1を参照)。のこぎり波は、コントロール入力範囲の最初か最後の部分で、ほとんどのパルス幅が変化するように変更することができ、これによって、高速または低速走行時により敏感なスロットル反応を得ることができます。

電流制限は、メインパワーMOSFETスイッチがオンのとき、電圧降下を感知することで行われます。この電圧は、電流制限参考値と（電流制限比較器)比較されます。参考値より高いときは、過電流信号がリミットインテグレータに働きかけ、コントローラ出力を減少させ、電流を制限値におさえます。

パワーMOSFETスイッチがオフのとき、電圧が高いため、電流制限無効回路によって、オフの合間には、電流制限は禁止されます。電流制限は以下のように設定されます。

1. 製造時には、電流制限はモデルの公称定格に設定されています。トリムポット（電流制限調整）で公称定格より低い電流値に調整可能です。

2. 極端に高温か低温環境で動作中は、電流制限はコントローラの破損を保護するために、減少します。75℃以上または、−25℃以下（高温、低温）のとき、電流制限をカットバックするために、ヒートシンクの温度センサーから信号が発信されます。

3. プラグブレーキ操作中は、電流制限は減少し、適切なモータブレーキトルクになります。プラグブレーキ電流は、製造時に設定されます。ユーザーがトリムポット（プラグ電流調整）で調整することも出来ます。プラグ電流制限参考値は、電流制限参考値から引き出されます。

プラグブレーキモードへの変化は、プラグダイオードの電圧をモニターすることによって、検出（プラグ検出器）されます。このダイオードが順バイアスになると、それは、モーター界磁が逆転され、コントローラがプラグモードになったことを示します。すでに説明されるように電流が減少し、発信器は15kHzから1kHzまで減少し、プラグ中にコントローラ出力により精密なコントロールが出来るようにします。プラグブレーキ操作中、加速回路は、低レベルにリセットされ、ドライブ操作が再開すると、コントローラが通常の加速姿勢になります。モーターが停止しると、プラグダイオードが再び逆バイアスになり、コントローラは通常の走行状態に戻ります。

附属書 B

パルス幅変調

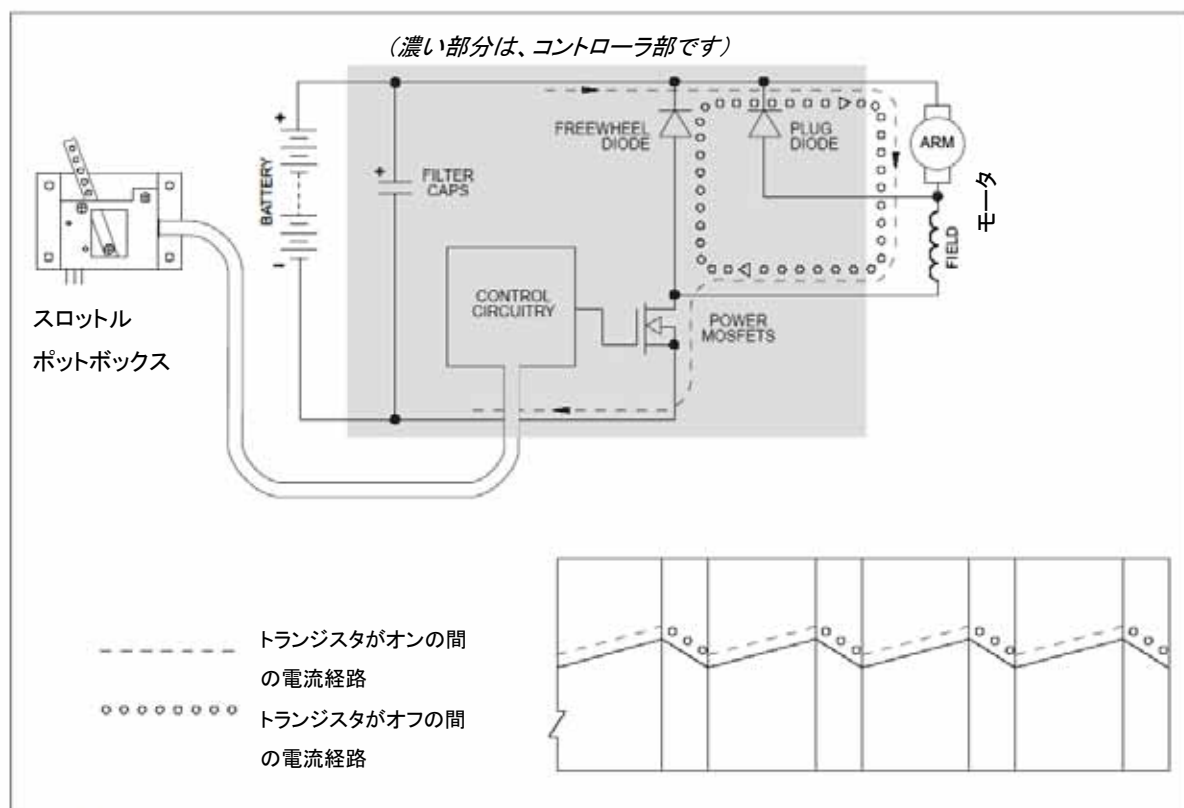



Fig. B-1 *パルス幅変調*

並列パワーMOSFETトランジスタのアレイで構成された、ハイパワー半導体スイッチは、モータ巻線の電流をコントロールします。トランジスタは、バッテリおよびモータと直列に接続されています。トランジスタは、コントロール回路により、1秒間に15,000回オンオフし、このオンオフの割合は、スロットルによる入力要求の応答によって変化します。

トランジスタがオンのとき、モータへの電流が増え、モータの界磁のエネルギーが増します。トランジスタがオフのとき、蓄積されたエネルギーは、フリーホイールダイオードを通してモータ電流を流し続けます。コントロール電流は、スイッチをオンオフするたびに上下します。モータトルクを決定する平均電流は、オンオフ回数の割合でコントロールされます。コントロール部品のパワーロスはほとんど無く、モータの円滑な無段コントロールが実現できます。

附属書 C

仕様書

公称入力電圧	12V, 24–36V, 36–48V
PWM動作周波数	15 kHz
待機電流	20 mA
標準スロットル入力	5 kΩ ±10% (他にも利用可能)
重量	1204: 1.8 kg (4 lbs) 1205: 2.7 kg (6 lbs)
寸法	1204: 146mm×170mm×70mm (5.75"×6.75"×2.8") 1205: 146mm×222mm×70mm (5.75"×8.75"×2.8")

型式番号	公称バッテリ電圧 (volts)	電流リミット (amps)	2分定格 (amps)	5分定格 (amps)	1時間定格 (amps)	電圧低下 @ 100 AMPS (volts)	低電圧カットバック (volts)
1204-0XX	24–36	275	275	200	125	0.35	16
-1XX	24–36	175	175	130	75	0.50	16
-2XX†	24–36	275	275	200	125	0.35	16
-3XX†	24–36	175	175	130	75	0.50	16
-4XX	36–48	275	275	200	125	0.35	21
-5XX	36–48	175	175	130	75	0.50	21
-6XX	12	275	275	200	125	0.35	9
-7XX	12	175	175	130	75	0.50	9
1205-1XX	24–36	400	400	275	175	0.25	16
-2XX	36–48	350	350	250	150	0.30	21
-3XX	12	400	400	275	175	0.25	9

† 永久磁石モータ使用のためのモデル (A2バスバー無し)。